



TITLE:

Relationships among Cave
Micrometeorology, Speleothem Growth and
Surface Environment Revealed by Cave
Monitoring Studies(Abstract_要旨)

AUTHOR(S):

Hasegawa, Wataru

CITATION:

Hasegawa, Wataru. Relationships among Cave Micrometeorology, Speleothem Growth and Surface Environment Revealed by Cave Monitoring Studies. 京都大学, 2015, 博士(理学)

ISSUE DATE:

2015-03-23

URL:

<https://doi.org/10.14989/doctor.k18804>

RIGHT:

学位規則第9条第2項により要約公開

(続紙 1)

京都大学	博 士 (理 学)	氏名	長谷川 航
論文題目	Relationships among Cave Micrometeorology, Speleothem Growth and Surface Environment Revealed by Cave Monitoring Studies		
(論文内容の要旨)			
<p>洞窟に保存されている古気候記録の正確な解釈のために、洞窟モニタリング研究がほとんど行われていない日本及びインドネシアにおいて、洞窟微気象と鍾乳石成長、地表環境の関係をモニタリングによって明らかにするとともに、鍾乳石古気候情報を解釈するために有用なサンプリング手法について考察を行った。</p> <p>まず、2006年に北海道南西部で発見された洞窟「北海洞」における洞内測量と洞窟モニタリングの結果を報告し、洞窟の形成過程について考察した。北海洞は、全長479.8 mのジグザグ状の水平洞で、洞口から15m以上奥に入った場所では、洞内気温は7.5～7.7 ℃の間で安定していた。洞内外の気温差の変化により洞内気流の向きが逆転していたが、この結果は欧米での先行研究と調和的であった。</p> <p>次に、インドネシア中部ジャワ州のPetruk洞窟において、アジア熱帯域でどのような環境要素が鍾乳石の成長速度変動に影響を与えているかを検討した。相対湿度、気温、滴下水滴下速度、降水量、洞内大気二酸化炭素濃度、洞内気流、滴下水化学成分、鍾乳石成長速度のモニタリングを2011～2012年にかけて、約1年間行った。その結果、2種類の洞内大気二酸化炭素濃度の変動現象が観察された。ひとつは季節スケールでの洞内大気二酸化炭素濃度変動であり、乾季における二酸化炭素濃度の大幅な低下を伴う。もうひとつは、日内スケールでの洞内大気二酸化炭素濃度変動である。モニタリングした要素を相互に比較すると、洞内大気二酸化炭素濃度の季節変動と鍾乳石成長速度の間には反比例の関係があった。鍾乳石沈殿反応式から、洞内二酸化炭素濃度が低ければ鍾乳石成長速度は速くなると考えられることから、洞内大気二酸化炭素濃度の季節スケールでの変動が鍾乳石成長速度の主な支配要因であることが明らかとなった。ゆえに、熱帯域の鍾乳石古気候記録は、洞内大気二酸化炭素濃度が低下し鍾乳石成長量が速くなる乾季の記録であることが示唆される。</p> <p>最後に、新式の滴下水採水装置を世界で初めてPetruk Caveに導入し、鍾乳石沈殿反応に伴う滴下水の化学組成変化を実測し、既存の滴下水発達モデルと比較することと、日内～日間のような短い時間スケールでの洞内大気二酸化炭素濃度変動が鍾乳石成長速度に与える影響を考察した。採水装置内のガラス板上での鍾乳石沈殿反応時、二酸化炭素の滴下水からの脱ガスは、方解石の沈澱よりも早く進み、飽和指数が上昇していることが明らかとなった。これらの結果は、Buhmann & Dreybrodt (1985)及びDreybrodt & Sholtz (2011)が示したモデルと調和的であった。しかしながら、従来の分子拡散モデルでは説明できないような現象(例えば、滴下水の二酸化炭素分圧が大気と平衡になる値よりも低くなるまで、脱ガスが進行する)も発見された。</p>			

(論文審査の結果の要旨)

本学位申請論文は、鍾乳石に気象・気候情報が記録される素過程の解明を目指して、日本及びインドネシアでの洞窟モニタリング研究を行ったものである。

気候変遷の研究は、近年の地球環境問題の深刻化に伴い、地球の将来予測という観点から新たな局面を迎えている。将来の温暖化や水循環の変化を予測するために、全球の気候モデルを用いた数値シミュレーション研究が現在盛んに行われているが、それらのモデルをより良くチューニングし予測の信頼度を向上させるためには、過去2000年程度に渡る古気候代替指標(プロキシ)による高時間分解能な古気候復元が欠かせない。特に、陸域の水循環の高時間分解能な指標という視点から、鍾乳石の安定同位体分析が最近大きな注目を集めている。

鍾乳石を用いた高時間分解能古気候復元において鍵となるのは、鍾乳石の成長速度が一定ではなく、季節変動などにより時間変化する可能性があることである。つまり、どの季節のどのような気象・気候・水文条件に対応して鍾乳石が成長するのかを明らかにする必要がある。鍾乳石は、降水-浸透水として炭酸カルシウムに飽和した滴下水から、石灰岩洞窟内におけるCO₂の脱ガスに伴う炭酸塩析出により形成される。したがって、鍾乳石の成長は、湿度、気温、滴下水の化学成分と滴下速度、洞内大気二酸化炭素濃度などにより大きく変動する可能性がある。しかし、成長量変動を含めた洞窟モニタリングの研究は未だ少なく、特にアジア熱帯域では前例がない。

そこで申請者は、日本及びインドネシアでの詳細な洞窟モニタリングと鍾乳石成長実験を行い、特に熱帯域において、以下の重要な新知見を見出した。

- (1) 既存の洞窟大気循環モデルでは説明できない、乾季における大幅な洞内大気二酸化炭素濃度の低下現象
- (2) 外気温の日内変化に呼応する洞内気流の変動に伴う、洞内大気二酸化炭素濃度の日内変動
- (3) 乾季における鍾乳石成長速度の増加現象

この結果、気温・湿度、滴下速度、滴下水カルシウムイオン濃度が変動しない場所においては、熱帯域における鍾乳石成長速度の変動は乾季の強さ(期間・降水量など)の指標となりうることが示唆される。これらの新知見は新規性と重要性が極めて高く、今後の熱帯域における鍾乳石古気候学に大きなインパクトを与えるものと考えられる。

よって、本論文は博士(理学)の学位論文として価値あるものと認める。また、平成27年1月19日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。

要旨公表可能日： 年 月 日以降